

固有ジョセフソンプラズマの素子端面からの放射モデル (7): 高強度放射 へ向けた条件の考察

Model of intrinsic Josephson plasma emission as terahertz wave from the
edge of device(7)

○ 飯塚 幹夫¹, 中村 壽¹ 立木 昌²

RIST¹, University of Tsukuba² ○Mikio Iizuka¹, Hisashi Nakamura¹, Masashi
Tachiki²

E-mail: iizuka@rist.jp

高出力、周波数可変かつ透過性のある連続テラヘルツ波の光源開発は、テラヘルツ波の先端科学技術への応用のために急がれている。固有ジョセフソン接合素子中でジョセフソンプラズマを励起させ素子外部へ放射させて連続波テラヘルツ波を生成する方法は、連続テラヘルツ波の光源として有力である。本研究においては、外部磁場と外部直流電流を印加した固有ジョセフソン接合素子内の励起ジョセフソンプラズマの素子端面よりの放射モデルを開発し、効率的な放射を達成するための素子内外の接続条件、具体的には電極配置、誘電体配置、素子層数による実効誘電率の変化等のテラヘルツ波放射への影響を検討したので報告する。

モデルは、高温超伝導体素子内部をマックスウエル方程式に超伝導の 4 元ポテンシャルと超伝導電流を使った波動方程式でモデル化し、外部空間をマックスウエル方程式でモデル化した。境界は、マックスウエル方程式から導かれる境界条件に超伝導の 4 元ポテンシャルと超伝導電流を使った式でモデル化した。これらの式を、有限差分法で離散化してシミュレーションした。

これまでに、均質な外部誘電率分布となる誘電体配置かつ層数の増加は、遠方へ THz 波が伝播可能な放射電磁界として生成されることが示された。そこで、今回は、テラヘルツ放射への層数等のより詳しい影響を調べたので報告する。放射強度は、理論的には、下記の式の係数にて評価される。発表ではシミュレーション結果と理論的放射強度の係数の評価を合わせて説明する。

$$P(\zeta, N_c, q_c = 1) \propto AP \times EP \quad (1)$$

$$AP = \frac{1}{\left[1 + \zeta \left\{\pi / (N_c + 1)\right\}^2\right]^2} \quad (2)$$

$$EP = \frac{(\epsilon_{eff} / \epsilon_{outer})^{0.5} \left\{1 + \zeta \left\{\pi / (N_c + 1)\right\}^2\right\}^{0.5}}{\left[1 + (\epsilon_{eff} / \epsilon_{outer})^{0.5} \left\{1 + \zeta \left\{\pi / (N_c + 1)\right\}^2\right\}^{0.5}\right]^2} \quad (3)$$

ここで AP 、 EP は、それぞれ層数による素子内ジョセフソンプラズマの振幅変化の項と素子内の実効誘電率の変化の項である。